



114

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kenya WADA, et al.

GAU: 2817

SERIAL NO:09/988,559

EXAMINER:

FILED: November 20, 2001

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR TREATING SURFACE OF SUBSTRATE PLATE

REQUEST FOR PRIORITY

RECEIVED

MAR 07 2003

TC 1700

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY
JAPAN

APPLICATION NUMBER
2001-182679

MONTH/DAY/YEAR
June 18, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Joseph A. Scafetta, Jr.
C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 03/02)

RECEIVED
MAR -3 2003
TECHNOLOGY CENTER 2800



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

09/988,559

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 6月18日

出願番号
Application Number:

特願2001-182679

[ST.10/C]:

[JP2001-182679]

出願人
Applicant(s):

日立電子エンジニアリング株式会社

RECEIVED

MAR 07 2003

TC 1700

TECHNOLOGY CENTER 2800

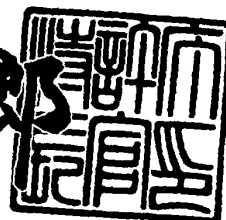
MAR -3 2003

RECEIVED

2002年11月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3094795

【書類名】 特許願

【整理番号】 DE13008

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B08B 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区東 3 丁目 1 6 番 3 号 日立電子エンジニア
リング株式会社内

【氏名】 和田 憲也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区東 3 丁目 1 6 番 3 号 日立電子エンジニア
リング株式会社内

【氏名】 木下 和人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区東 3 丁目 1 6 番 3 号 日立電子エンジニア
リング株式会社内

【氏名】 権守 和彦

【特許出願人】

【識別番号】 000233480

【氏名又は名称】 日立電子エンジニアリング株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089749

【弁理士】

【氏名又は名称】 影井 俊次

【電話番号】 03-5339-7248

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007526

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理方法及び基板処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理用の基板に対して誘電体バリア放電ランプから紫外光を照射することによって、この基板の表面を処理するものであって、

前記基板の被処理面及びその近傍から空気を除去する酸素除去工程と、

前記基板に加湿化した不活性ガスを供給してこの基板の被処理面及びその近傍を加湿する加湿工程と、

前記誘電体バリア放電ランプから前記基板の被処理面に対して紫外光を照射する表面処理工程と

からなることを特徴とする基板処理方法。

【請求項 2】 前記酸素除去工程では、前記基板の被処理面に向けて不活性ガスまたは加湿化した不活性ガスのいずれかを噴射するものであることを特徴とする請求項 1 の基板処理方法。

【請求項 3】 前記不活性ガスは窒素ガスであることを特徴とする請求項 1 の基板処理方法。

【請求項 4】 搬送手段により基板の被処理面を上向けた状態にして水平搬送する間に、誘電体バリア放電ランプから紫外光をこの基板の表面に照射することによって、この基板表面を処理する方法であって、

前記基板の被処理面に対して、その搬送方向と反対方向に向けて不活性ガスを噴射することにより、この基板の被処理面及びその近傍から空気を除去し、

次いで前記基板の搬送方向に向けて水蒸気により加湿化された不活性ガスを供給することによって、この基板の被処理面及びその近傍を加湿し、

前記基板の被処理面に前記誘電体バリア放電ランプから紫外光を照射すると共に、水蒸気を分解させて還元性の活性種 $[H \cdot]$ 及び酸化性の活性種 $[\cdot OH]$ を含む雰囲気を生成し、この雰囲気内で前記基板の被処理面に対して、これら活性種 $[H \cdot]$ 、活性種 $[\cdot OH]$ を作用させる

ことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 5】 基板をその被処理面を上に向けた状態で水平搬送する基板搬

送手段と、

前記基板搬送手段による搬送経路の上部に設けられ、前記基板の被処理面に紫外光を照射する誘電体バリア放電ランプを設けた処理チャンバと、

前記誘電体バリア放電ランプによる紫外光の照射領域より前記基板の搬送方向における上流側の位置に設けられ、前記基板の被処理面に向けて加湿化された不活性ガスを供給する加湿化不活性ガス供給手段と、

前記加湿化不活性ガス供給手段の配設位置より前記基板の搬送方向における上流側に設けられ、前記基板の被処理面及びその近傍から空気を除去する酸素除去手段と

から構成したことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 6】 前記誘電体バリア放電ランプは密閉されたランプハウス内に設けられ、このランプハウスの紫外光照射部には窓ガラスを装着する構成としたことを特徴とする請求項 5 の基板処理装置。

【請求項 7】 前記誘電体バリア放電ランプは前記処理チャンバの上部に配置され、下端部が開口するランプハウス内に装着する構成としたことを特徴とする請求項 5 の基板処理装置。

【請求項 8】 前記加湿化不活性ガス供給手段は、前記処理チャンバ内に設けられて、前記基板の搬送方向に向けて斜め上方から水蒸気を含む窒素ガスを噴射するウェット窒素ガス噴射手段であることを特徴とする請求項 5 の基板処理装置。

【請求項 9】 前記酸素除去手段は、前記処理チャンバ内の入口近傍に設けられ、前記基板搬送手段による前記基板の搬送方向とは反対方向に向けて、斜め上方から乾燥した不活性ガスを噴射するドライ不活性ガス噴射手段であることを特徴とする請求項 5 の基板処理装置。

【請求項 10】 前記処理チャンバの入口部の外面の上下に装着した負圧発生手段を有する構成としたことを特徴とする請求項 9 の基板処理装置。

【請求項 11】 前記酸素除去手段は、前記処理チャンバの入口近傍の外部に設けられ、前記基板搬送手段による前記基板の搬送方向とは反対方向に向けて、斜め上方から乾燥した空気を噴射する空気噴射手段で構成したことを特徴とす

る請求項 5 の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶パネル基板、半導体ウエハ、磁気ディスク基板、光ディスク基板等のように、ガラス、半導体、樹脂、セラミックス、金属等や、それらの複合された基板表面に紫外光を照射して、洗浄、エッチング等の処理を行う紫外光照射による基板処理方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えば、液晶パネルを構成する透明基板を構成する T F T 基板は、その表面に成膜手段により透明電極等を含む回路パターンが形成される。この基板製造工程においては、基板表面に対して、洗浄やエッチング等の処理が行われる。このような処理方式は、所定の処理液を塗布乃至噴射して行うウェットプロセス方式で行うのが一般的である。しかしながら、近年においては、基板の洗浄やエッチング等といった処理は、紫外光を照射することによるドライプロセスでも行われるようになってきている。

【0003】

特開 2 0 0 1 - 1 3 7 8 0 0 号公報に基板に対して紫外光を照射する処理を行うように構成したものが開示されている。この公知の処理方式は、被処理用の基板を搬送手段で搬送する間に、誘電体バリア放電ランプを設けたランプハウスの下部を通過させるようになり、基板と誘電体バリア放電ランプとの間に不活性ガスと水蒸気とを混合した加湿化不活性ガスを供給するようにしている。従って、誘電体バリア放電ランプから照射された紫外光は、その照射エネルギーにより基板表面に付着している有機物の化学結合を分解して低分子化させることになる。また、紫外光は雰囲気中の水蒸気にも作用して、水を分解させて、還元性の活性種 $[H \cdot]$ 及び酸化性の活性種 $[\cdot OH]$ を生成させる。その結果、基板表面において低分子化した有機物がこれらの活性種 $[H \cdot]$, $[\cdot OH]$ と還元反応及び酸化反応を生じさせて、揮発性の物質に変換されることになって、有機汚損物

を基板表面から分離させることができる。従って、基板の表面が清浄化されると共に濡れ性が改善される。

【0004】

ここで、誘電体バリア放電ランプから基板に対して紫外光を照射する際に、雰囲気中に酸素が含まれていると、この紫外光のエネルギーが酸素に吸収されて減衰することになる。その結果、基板表面に付着している有機物に対する分解能力が著しく減殺されてしまう。従って、紫外光照射領域の雰囲気の制御は極めて重要であり、誘電体バリア放電ランプを処理チャンバ内に設け、処理チャンバ内から酸素を極力排除する必要がある。処理チャンバ内に水蒸気と窒素ガス等の不活性ガスとの混合ガスを供給するのは、紫外光の減衰を極力抑制するためであり、かつ必要な活性種 $[H\cdot]$, $[\cdot OH]$ を基板の表面近傍に集中的に発生させるためである。さらに、処理チャンバには基板の出入り口を開口させなければならないが、この基板の出入り口を外気と遮断する必要があり、このために処理チャンバの内部の圧力を高める等の手段を採用している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、処理チャンバ内の雰囲気を、酸素を含まず、水蒸気で加湿された不活性ガスで充填させることによって、誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光のエネルギーを、必要な活性種の生成と、基板表面の有機汚染物の分解とのために極めて効率的に利用でき、基板の洗浄等を含む処理の精度が著しく高くなる等の利点がある。しかしながら、前述した従来技術においても、なお問題点がない訳ではない。

【0006】

即ち、基板は外気中から処理チャンバ内に搬入されることになり、その時に基板と共に空気が処理チャンバ内に入り込むのを防止できない。特に、空気には粘性があることから、基板の表面における空気層は処理チャンバ内に導入された後にも、基板表面に粘着した状態に保持される。従って、そのままの状態では基板が誘電体バリア放電ランプの下部位置に移行すると、たとえ処理チャンバの内部雰囲気を厳格に管理していたとしても、この空気層に含まれる酸素に紫外光のエネ

ルギーが吸収されて、エネルギーロスが発生する等といった問題点がある。

【0007】

本発明は以上の点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、基板を誘電体バリア放電ランプからの紫外光を照射する前の段階で、この基板の表面及びその近傍から酸素を排除することによって、紫外光の減衰を最小限に抑制することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するために、本発明の基板処理方法としては、基板の被処理面及びその近傍から空気を除去する酸素除去工程と、基板に加湿化した不活性ガスを供給してこの基板の被処理面及びその近傍を加湿する加湿工程と、誘電体バリア放電ランプから前記基板の被処理面に対して紫外光を照射する表面処理工程とからなることをその特徴とするものである。

【0009】

また、第2の基板処理方法としては、搬送手段により基板の被処理面を上向けた状態にして水平搬送する間に、誘電体バリア放電ランプから紫外光をこの基板の表面に照射することによって、この基板表面を処理するものであり、前記基板の被処理面に対して、その搬送方向と反対方向に向けて不活性ガスを噴射することにより、この基板の被処理面及びその近傍から空気を除去し、次いで前記基板の搬送方向に向けて水蒸気により加湿化された不活性ガスを供給することによって、この基板の被処理面及びその近傍を加湿し、前記基板の被処理面に前記誘電体バリア放電ランプから紫外光を照射すると共に、水蒸気を分解させて還元性の活性種 $[H \cdot]$ 及び酸化性の活性種 $[\cdot OH]$ を含む雰囲気を生成し、この雰囲気内で前記基板の被処理面に対して、これら活性種 $[H \cdot]$ 、活性種 $[\cdot OH]$ を作用させることをその特徴とするものである。

【0010】

さらに、本発明の基板処理装置としては、基板をその被処理面を上に向けた状態で水平搬送する基板搬送手段と、前記基板搬送手段による搬送経路の上部に設けられ、前記基板の被処理面に紫外光を照射する誘電体バリア放電ランプを設け

た処理チャンバと、前記誘電体バリア放電ランプによる紫外光の照射領域より前記基板の搬送方向における上流側の位置に設けられ、前記基板の被処理面に向けて加湿化された不活性ガスを供給する加湿化不活性ガス供給手段と、前記加湿化不活性ガス供給手段の配設位置より前記基板の搬送方向における上流側に設けられ、前記基板の被処理面及びその近傍から空気を除去する酸素除去手段とから構成したことをその特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基いて本発明の実施の形態について説明する。まず、図1及び図2に本発明の基板処理装置に用いられる誘電体バリア放電ランプ（以下、単に放電ランプという）の概略構成を示す。

【0012】

これらの図において、1は放電ランプである。放電ランプ1は共に石英ガラスで一体的に形成した内管部2と外管部3とから円環状に形成した石英ガラス管4で構成される。この石英ガラス管4の内部は密閉された放電空間5となる。内管部2の内側には円筒状の金属板からなる金属電極6がこの内管部2に固着して設けられている。また、外管部3の外周面には、金網電極7が設けられている。そして、これら金属電極6と金網電極7との間に交流電源8が接続されている。さらに、内管部2の内側には、金属電極6を冷却するための冷却用流体（例えば冷却水）の通路として利用される。

【0013】

石英ガラス管4の内部には放電ガスが封入されており、金属電極6と金網電極7との間に交流の高電圧を印加すると、内管部2と外管部3との誘電体間に放電プラズマ（誘電体バリア放電）が発生し、この放電プラズマにより放電ガスの原子が励起されて、プラズマ放電状態となる。そして、このプラズマ放電状態から基底状態に戻る際に、プラズマ放電発光が生じる。この時の発光スペクトルは、石英ガラス管4内に封入された放電ガスにより異なるが、キセノン（Xe）ガスを用いると、172nmに中心波長を持つ単色光の発光となる。また、アルゴン（Ar）ガスを放電ガスとして用いれば、発光波長の中心は低圧水銀ランプの波

長より短い126nmとなる。そして、金属電極6は反射板として機能し、また金網電極7は実質的に透明電極として機能するから、この短波長の紫外光は外管部3側から照射される。なお、この場合のキセノンガスの封入圧は、例えば350 Torr程度とする。

【0014】

次に、以上の放電ランプ1を用いた基板の洗浄装置として構成したものを図3に示す。同図において、10は洗浄が行われる対象物としての基板である。基板10は、例えばガラス、半導体、合成樹脂、セラミックス、金属等で形成した薄板からなり、平面形状としては、四角形乃至円形等である。この基板10は、基板搬送手段として、例えばローラコンベア11（所定のピッチ間隔をもって配設した回転軸に複数のローラを取り付けたもの）により同図に矢印で示した方向に水平搬送されるものであり、この間に基板10の表面がドライ洗浄される。このために、ローラコンベア11による搬送経路の所定の位置に処理チャンバ12が配設されている。そして、処理チャンバ12の前面部と後面部とには、基板10が搬入される入口12a及び処理が終了された基板10が搬出される出口12bがそれぞれ開口している。ここで、入口12a、出口12bの開口部は、少なくとも基板10を通過できるものとなし、かつローラコンベア11による搬送時に基板10が振動しても、この基板10が処理チャンバ12の入口12aや出口12bの壁面と接触しないという条件で、できるだけ小さい面積とする。

【0015】

処理チャンバ12にはランプハウス13が装着されており、ランプハウス13には放電ランプ1が装着されている。ランプハウス13は密閉した空間を形成しており、放電ランプ1の配設位置の下部側には石英ガラス等からなる窓ガラス14が設けられている。また、放電ランプ1の上部側には凹面鏡等からなる反射部材15が装着されている。従って、放電ランプ1からは下方に向けて紫外光が照射される。この放電ランプ1から照射される紫外光が減衰するのを防止するために、ランプハウス13には窒素ガス供給配管16が接続されており、このランプハウス13内に不活性ガスとしての窒素ガス（ N_2 ガス）が供給され、酸素の存在しない空間となるように保持する。なお、この窒素ガスは湿気のないドライ窒

素ガスである。

【0016】

また、処理チャンバ12内には基板10の表面である被処理面に対して加湿化不活性ガスとして、水蒸気により加湿された窒素ガス、つまりウェット窒素ガスが供給される。このために、加湿化不活性ガス供給手段としてのウェット窒素ガス供給ノズル17が処理チャンバ12内に開口している。このウェット窒素ガス供給ノズル17は、基板10の搬送方向において、ランプハウス13の配設位置より上流側に位置しており、少なくとも基板10の搬送方向と直交する方向の全長を覆う幅を有するものである。そして、ウェット窒素ガスは基板10の搬送方向に向けて斜め上方から噴射するようになっており、このためにウェット窒素ガス供給ノズル17の下端部近傍で所定角度曲げられている。

【0017】

ここで、ウェット窒素ガス供給ノズル17からは窒素ガスに水蒸気を含ませることにより加湿された窒素ガスであり、このためにウェット窒素ガス供給ノズル17は窒素ガス加湿装置に接続されている。この窒素ガス加湿装置の具体的な構成としては、例えば図4に示したように構成することができる。図中、20はウェット窒素ガスの供給源となる窒素ガスタンクであり、この窒素ガスタンク20からの供給配管21は途中で分岐している。一方の分岐配管21aは途中で流量調整弁22及び流量計23を介して混合容器24に接続されている。

【0018】

これに対して、もう一方の分岐配管21bは流量調整弁25及び流量計26を経て純水タンク27の液面下に導かれる。分岐配管21bの純水タンク27内に浸漬された部分には多数の窒素ガス噴出用の微小孔が形成されている。従って、所定の圧力で窒素ガスが供給されると、純水タンク27の液面下から窒素ガスが発泡状態となって浮上することになり、その間に水蒸気を発生させ、これによって窒素ガスが水蒸気により加湿されて、加湿化不活性ガスとしての加湿化窒素ガスが生成される。このようにして生成された加湿化窒素ガスは導入管28を介して混合容器24内に導かれ、分岐配管21aからの窒素ガスと混合されて、ガス中の水蒸気の濃度が調整される。チャンバ14に接続したウェット窒素ガス供給

ノズル 17 は、この混合容器 24 に接続されており、このウェット窒素ガス供給ノズル 17 の途中には圧力調整弁 29 が装着されている。従って、チャンバ 14 内の加湿化窒素ガスの圧力が調整される。

【0019】

ウェット窒素ガス供給ノズル 17 の配設位置よりも、基板 10 の搬送方向における上流側の位置には、酸素除去手段を構成する窒素ガス噴射ノズル 30 が設けられている。窒素ガス噴射ノズル 30 は、ウェット窒素ガス供給ノズル 17 と、処理チャンバ 12 における入口 12a との間に位置しており、この窒素ガス噴射ノズル 30 も基板 10 の幅方向のほぼ全長に及ぶ長さを有するものであって、真下方向に向けてドライ窒素ガスを供給するようになっている。そして、窒素ガス噴射ノズル 30 の下端開口部は基板 10 の搬送方向の前後方向に向けて拡開しており、かつその内部には風向ガイド部材 31 が取り付けられている。風向ガイド部材 31 は、図 5 に矢印で示したように、窒素ガスノズル 30 内を流下するドライ窒素ガスを 2 つの流れに分けられることになる。一方の流れは、基板 10 の搬送方向と反対側、つまり処理チャンバ 12 の入口 12a 方向に向けて、斜め上方から基板 10 の被処理面に向けられるようにガイドされる。また、もう一方の流れは基板 10 の搬送方向に向けてガイドされる。そして、窒素ガスノズル 30 内に供給されるドライ窒素をこのように 2 方向にガイドするために、風向ガイド部材 31 には、傾斜形状となったガイド面 31a、31b が形成されている。

【0020】

さらに、処理チャンバ 12 におけるランプハウス 13 の配設位置の下流側位置の下部位置には排気管 33 が接続されている。排気管 33 には、図示しない吸引ポンプ等の負圧発生手段が接続される。従って、排気管 33 内に負圧吸引力を作用させている。これによって、窒素ガス噴射ノズル 30 及びウェット窒素ガス供給ノズル 17 から処理チャンバ 12 内に供給されたガスは、この処理チャンバ 12 内に滞留することなく排気管 33 から外部に排出されるように、処理チャンバ 12 内のガスが循環することになる。

【0021】

処理チャンバ 12 の内部の圧力を大気圧より高くすることにより、この処理チ

チャンバ 1 2 内を外気と遮断することができる。しかしながら、処理チャンバ 1 2 内の外気からの遮断をより確実に行うために、入口 1 2 a 側の外面部には、外気が処理チャンバ 1 2 内に流入するのを防止する外気遮断手段としての負圧発生部 3 4 a, 3 4 b が装着されている。3 4 a は上部側の、3 4 b は下部側の負圧発生部であり、これら負圧発生部 3 4 a, 3 4 b には吸引管 3 5 a, 3 5 b が接続されている。また、これら上下の負圧発生部 3 4 a, 3 4 b 間は、基板 1 0 が通過できる間隔だけ離間している。一方、処理チャンバ 1 2 の出口 1 2 b を外気から遮断するための外気遮断手段としてのエアカーテン形成部 3 6 が設けられており、このエアカーテン形成部 3 6 からは空気を処理チャンバ 1 2 の外面に沿って真下に向けてエアを流通させるものであり、これによって基板 1 0 の出口 1 2 b も外気と遮断される。ただし、基板 1 0 が出口 1 2 b を通過している間は、基板 1 0 に遮られて、エアカーテンによる遮断機能を発揮しなくなるが、出口 1 2 b は基板 1 0 で実質的に閉鎖されることになり、しかも基板 1 0 は出口 1 2 b から外方に向けて移動するものであるから、処理チャンバ 1 2 内を外気圧より若干高圧にしておくことにより確実に外気と遮断できる。

【 0 0 2 2 】

而して、放電ランプ 1 を設けたランプハウス 1 3 は密閉され、かつ窒素ガス配管 1 6 によりドライ窒素が供給されて、このランプハウス 1 3 の内部は酸素が含まれない雰囲気確保されている。また、処理チャンバ 1 2 内には窒素ガス噴射ノズル 3 0 からドライ窒素が供給されており、しかもこの処理チャンバ 1 2 の入口 1 2 a 及び出口 1 2 b はそれぞれ負圧発生部 3 4 a, 3 4 b と、エアカーテン形成部 3 6 とによって、外気と遮蔽されているので、やはり処理チャンバ 1 2 の内部はドライ窒素が充満し、実質的に酸素を含まない雰囲気状態となる。なお、処理チャンバ 1 2 内にウェット窒素ガス供給ノズル 1 7 も配置されている。このウェット窒素ガス供給ノズル 1 7 から供給される水蒸気が処理チャンバ 1 2 の内部に充満させないようにする必要がある。このためには、基板 1 0 が処理チャンバ 1 2 内に位置していない時には、このウェット窒素ガス供給ノズル 1 7 からウェット窒素ガスを噴出させないようにするのが望ましい。ただし、排気管 3 3 をウェット窒素ガス供給ノズル 1 7 の延長線位置に開口させるようにすれば、ウエ

ット窒素ガスを常時噴射しても、このウェット窒素ガスは処理チャンバ12内に滞留することなく直接排気されることになる。

【0023】

処理チャンバ12は以上の雰囲気状態に保持されているが、基板10はローラコンベア11により入口12aから処理チャンバ12内に導かれる。処理チャンバ12の外部は大気の状態となっている。従って、基板10が処理チャンバ12に搬入された時には、基板10の表面及びその近傍には空気が存在しており、この空気は、その粘性により基板10の表面に密着したままで処理チャンバ12内に導かれる。従って、まずこの基板10の表面及びその近傍に存在する空気を排除して窒素ガスと置換させる。これが酸素除去工程である。

【0024】

即ち、基板10はローラコンベア11により入口12aから処理チャンバ12内に導かれる。基板10が処理チャンバ12内に導かれると、まずその被処理面に対して窒素ガス噴射ノズル30からドライ窒素ガスが噴射される。このドライ窒素ガスは風向ガイド部材31のガイド面31aにより整流された状態で方向転換されて、基板10の被処理面に対して斜め上方から入射され、さらにこの被処理面に沿って流れるようになる。一方、処理チャンバ12の入口12aの外部には負圧発生部34aが設けられており、この負圧発生部34a内には負圧による吸引力が作用している。従って、基板10の表面に沿って流れるドライ窒素ガスの流速が大きくなり、搬入時に基板10の表面に存在していた空気は、このドライ窒素ガスの流れによりそぎ落とされるようにして、入口12aの外部に押し戻される。その結果、基板10の表面から空気が除去されて、酸素を含まないドライ窒素ガスに置換される。

【0025】

表面がドライ窒素ガスに置換された基板10の表面には、さらにウェット窒素ガス供給ノズル17から噴射されるウェット窒素ガスが供給されて、基板10の表面及びその近傍の雰囲気が水蒸気により加湿される。即ち、これが加湿工程である。

【0026】

ここで、ウェット窒素ガスの供給方向は斜め上方から基板10の搬送方向に向けられる。これによって基板10のドライ窒素ガスに置換され、酸素を含まなくなった基板10の表面に向けてウェット窒素ガスによる水蒸気が送り込まれる。その結果、基板10の表面及びその近傍は酸素を含まない不活性ガスと水蒸気との混合ガスを存在させた雰囲気状態となる。

【0027】

さらに、基板10はランプハウス13における窓ガラス14の配設位置の下部を通過することになるが、その間に放電ランプ1から短波長の紫外光が基板10の表面に照射されて、その表面が洗浄される。つまり、これが処理工程である。ここで、放電ランプ1からの紫外光の減衰を極力抑制するために、基板10の表面と窓ガラス14との間の間隔はできるだけ狭くする方が望ましい。ただし、ローラコンベア11により搬送される基板10が窓ガラス14と接触しないようにする必要がある。搬送コンベア11により基板10を搬送する際には基板10に振動が生じるが、この振動を最小限に抑制すると共に、基板10の搬送面を窓ガラス14と接触しないことを条件として、できるだけ近接させるようにする。

【0028】

而して、基板10の表面及びその近傍には窒素ガスと水との混合流体が存在しており、放電ランプ1から照射される紫外光による放射線的作用によって、水が分解されることになり、その結果として、還元性の活性種 $[H\cdot]$ と酸化性の活性種 $[\cdot OH]$ とが生成される。また、短波長の紫外光の照射エネルギーにより基板10の表面に付着する有機物質からなる汚染物が分解される。このようにして分解されて低分子化した汚染物は、水の分解生成物との間で還元反応と酸化反応とが生じる。つまり、基板10の表面及びその近傍では、酸化性活性種 $[\cdot OH]$ の作用による酸化反応だけでなく、還元性活性種 $[H\cdot]$ の作用によって還元反応も生じる。その結果、紫外光により分解された有機物は迅速かつ確実に揮発物質に変換される。

【0029】

しかも、窒素ガス噴射ノズル30の風向ガイド部材31には、基板10の搬送方向に向けたガイド面31bが形成されており、またウェット窒素ガス供給ノズ

ル 1 7 から噴射されるウェット窒素ガスには基板 1 0 の搬送方向に向けての流れが形成される。従って、紫外光の作用により発生した揮発物質はランプハウス 1 3 の配設位置から速やかに除去されて、排気管 3 3 を介して外部に放出される。その結果、ランプハウス 1 3 の下部位置は常に新鮮な水蒸気を含む窒素ガスが充満する状態に保持される。

【 0 0 3 0 】

以上によって、基板 1 0 の表面に対してドライ洗浄が行われ、有機汚染物が除去される。また、水蒸気の存在下で短波長の紫外光を基板 1 0 に照射することにより、基板 1 0 の表面における接触角が小さくなる。そして、このように、基板 1 0 の表面における接触角が小さくなり、濡れ性が改善されることから、後続の工程でシャワー洗浄等を行えば、基板 1 0 に付着する無機物質の汚損物を容易に、しかも完全に除去できることになり、基板 1 0 を極めて清浄な状態にクリーニングできるようになる。また、現像液等の塗布工程の前処理として、基板 1 0 の表面状態の改善を行うことができる。

【 0 0 3 1 】

前述したように、処理チャンバ 1 2 の内部は実質的に酸素の存在しない雰囲気状態に保たれているから、図 6 に示したランプハウス 1 1 3 のように、窓ガラスを取り除いて、処理チャンバ 1 1 2 内に開口させることができる。窓ガラスは紫外光を透過させることから、長期間使用すると、劣化することになり、その交換が必要となる。窓ガラスを設けないようにすると、部品交換の頻度を少なくできるので、メンテナンス性が良好となる。ランプハウスを密閉させている場合には、窒素ガス供給管から常時窒素ガスを供給する必要はないが、この図 6 の実施の形態におけるランプハウス 1 1 3 のように、下端部を開口させた場合には、ウェット窒素ガス供給ノズル 1 7 から水蒸気を含む窒素ガスが供給されることから、この水蒸気がランプハウス 1 1 3 内に入り込まないようにするために、窒素ガス供給管 1 1 6 からドライ窒素ガスを常時流出させる必要がある。

【 0 0 3 2 】

また、酸素除去手段の他の例としては、図 7 や図 8 に示した手段を使用することができる。さらに、基板搬送方式によっては、擦り切り板、ローラ等を基板 1

0の表面に作用させることにより酸素除去を行うことができる。

【0033】

図7には、ガス噴射ノズル230が示されている。このガス噴射ノズル230は、処理チャンバ212内であって、入口212aの近傍位置において、少なくとも入口212aの上部位置に配置する。なお、入口212aの下部位置に同様のガス噴射ノズル230を配置するように構成することもできる。

【0034】

ここで、ガス噴射ノズル230は、基板10の幅方向の全長に及ぶ長さを有する筒状のノズル本体231を有し、このノズル本体231の内部には圧力室232が形成され、この圧力室232には不活性ガス供給配管233が接続される。また、ノズル本体231には、一端側が圧力室232に連通し、他端が外部に開口する細い噴出流路234が設けられている。そして、この噴出流路234をローラコンベア11に搬送される基板10に対して、所定角度、例えば30〜45°程度傾斜させるように配置する。

【0035】

以上のように構成し、ガス噴射ノズル230から高圧の不活性ガス（例えば窒素ガス）を噴射させることによって、図7に矢印で示したように、この不活性ガスの噴射圧により基板10の表面から空気を剥離するようにして除去されて、基板10の表面及びその近傍から酸素を除去することができる。そして、このガス噴射ノズル230から噴射した不活性ガスはその大半が処理チャンバから外部に排出されることになる。従って、処理チャンバ212の圧力が低下しないようにするために、処理チャンバ212内に別途不活性ガス供給管（図示せず）を接続し、処理チャンバ212内を外気より高い圧力となるように不活性ガスを充満させるのが望ましい。

【0036】

また、図8に示したように、前述したガス噴射ノズルと同様の構成を有するガス噴射ノズル330を、その噴出流路334が処理チャンバ312の入口312aに臨ませるようにして設けることもできる。この場合には、ガス噴射ノズル330から噴射したガスは全て処理チャンバ312の外部に排出されるので、使用

されるガスは必ずしも不活性ガスでなくても良い。従って、空気を噴射するようにすることもできる。そして、ガスを噴射させることによって、入口 3 1 2 a が負圧になるので、同図に矢印で示したように、処理チャンバ 3 1 2 内に充満している不活性ガスがこの空気流に引き込まれることになる。従って、基板 1 0 の表面から酸素を含む空気が除去されて、処理チャンバ 3 1 2 内の不活性ガスに置換されることになる。

【 0 0 3 7 】

さらに、前述した各実施の形態で説明したようにして基板 1 0 のドライ洗浄を行った結果、基板 1 0 の表面から有機汚染物を除去して表面における接触角を低下させることができる。この基板 1 0 のドライ洗浄の後には、例えば図 9 に模式的に示した工程を経ることになる。

【 0 0 3 8 】

図 9 において、5 0 は前述したドライ洗浄工程であるが、さらにこのドライ洗浄工程 5 0 の後続の工程としては、ウェット洗浄工程 5 1 が設けられ、さらにウェット洗浄工程 5 1 に続く工程としては乾燥工程 5 2 である。これによって、基板 1 0 の表面を完全に清浄化することができる。

【 0 0 3 9 】

而して、図示したウェット洗浄工程 5 1 では、シャワー 5 1 a から噴射される超音波加振した純水により基板 1 0 の表面に付着する無機物の汚染物質が除去される。ここで、このウェット洗浄工程 5 1 では、シャワー洗浄以外にも、例えばブラシ等を用いたスクラブ洗浄や、超音波洗浄槽内に浸漬して行うディッピング洗浄等があり、これらの洗浄方式のいずれか 1 種類でも良いが、複数種類の洗浄方式を組み合わせるようにすることもできる。これによって、基板 1 0 の表面から有機物及び無機物からなる汚染物質はほぼ完全に取り除かれて、基板 1 0 は極めて清浄な状態になるまで洗浄される。また、乾燥工程 5 2 における乾燥方式としては、例えばスピン乾燥方式等もあるが、図示したものにあっては、エアナイフノズル 5 2 a を用いたエアナイフ効果による乾燥方式が示されている。これによって、基板 1 0 は完全に洗浄・乾燥がなされる。

【 0 0 4 0 】

また、ウェット洗浄及び乾燥を先に行い、ドライ洗浄をその後に行うことも可能である。例えば、現像液等の塗布工程の前処理とする場合においては、まずウェット洗浄により基板 10 の表面から汚染物質を除去する。そして、一度このようにして洗浄した基板 10 を乾燥させ、さらにドライ洗浄を行うようにする。このドライ洗浄を行うことによって、基板 10 の表面状態、つまり接触角の改善を行うことができる。その結果、後続の工程である現像液等の塗膜がむらなく均一に塗布することができる。

【 0 0 4 1 】

【発明の効果】

本発明は以上のように構成したので、誘電体バリア放電ランプからの紫外光が照射される領域を酸素の存在しない雰囲気とすることができて、基板に照射される紫外光の作用による洗浄等の処理精度及び処理効率を著しく向上させる等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の基板処理装置に用いられる誘電体バリア放電ランプの構成説明図である。

【図 2】

図 1 の要部拡大図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態を示す基板処理装置の概略構成図である。

【図 4】

窒素ガス加湿装置の概略構成図である。

【図 5】

図 3 の要部拡大図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施の形態を示す基板処理装置の概略構成図である。

【図 7】

本発明の第 3 の実施の形態を示す基板処理装置の要部構成説明図である。

【図 8】

本発明の第 4 の実施の形態を示す基板処理装置の要部構成説明図である。

【図 9】

本発明による基板のドライ洗浄行程を含む基板の洗浄・乾燥工程を模式的に示す説明図である。

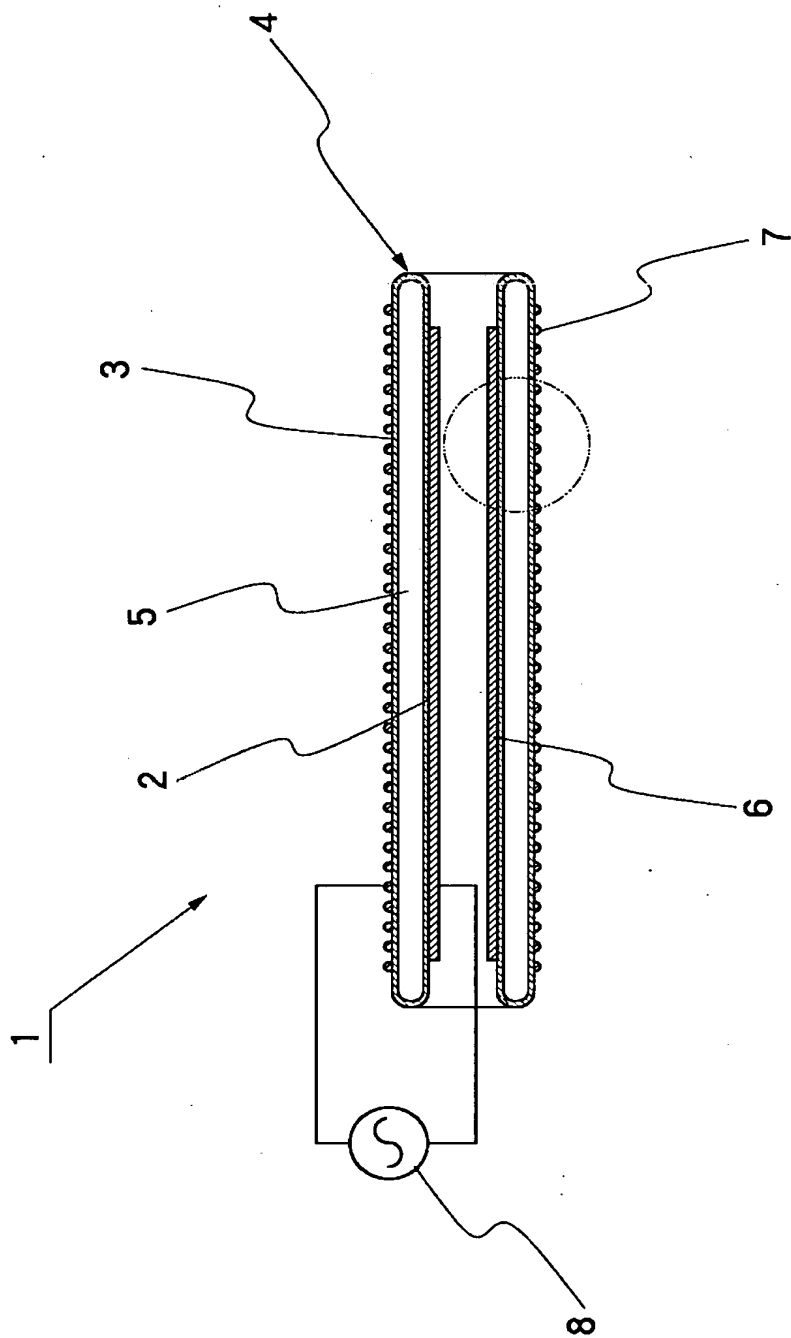
【符号の説明】

- | | | | |
|-------------------|---------------|----------|-----------|
| 1 | 放電ランプ | 10 | 基板 |
| 11 | ローラコンベア | | |
| 12, 112, 212, 312 | 処理チャンバ | | |
| 13, 113 | ランプハウス | | |
| 16, 116 | 窒素ガス供給管 | | |
| 17 | ウェット窒素ガス供給ノズル | | |
| 20 | 窒素ガスタンク | | |
| 21 | 供給配管 | 22 | 流量調整弁 |
| 24 | 混合容器 | 27 | 純水タンク |
| 29 | 圧力調整弁 | 30 | 窒素ガス噴射ノズル |
| 31 | 風向ガイド部材 | 31a, 31b | ガイド面 |
| 33 | 排気管 | 34a, 34b | 負圧発生部 |
| 36 | エアカーテン形成部 | | |
| 230, 330 | ガス噴射ノズル | | |
| 231 | ノズル本体 | 232 | 圧力室 |
| 234, 334 | 噴出流路 | | |

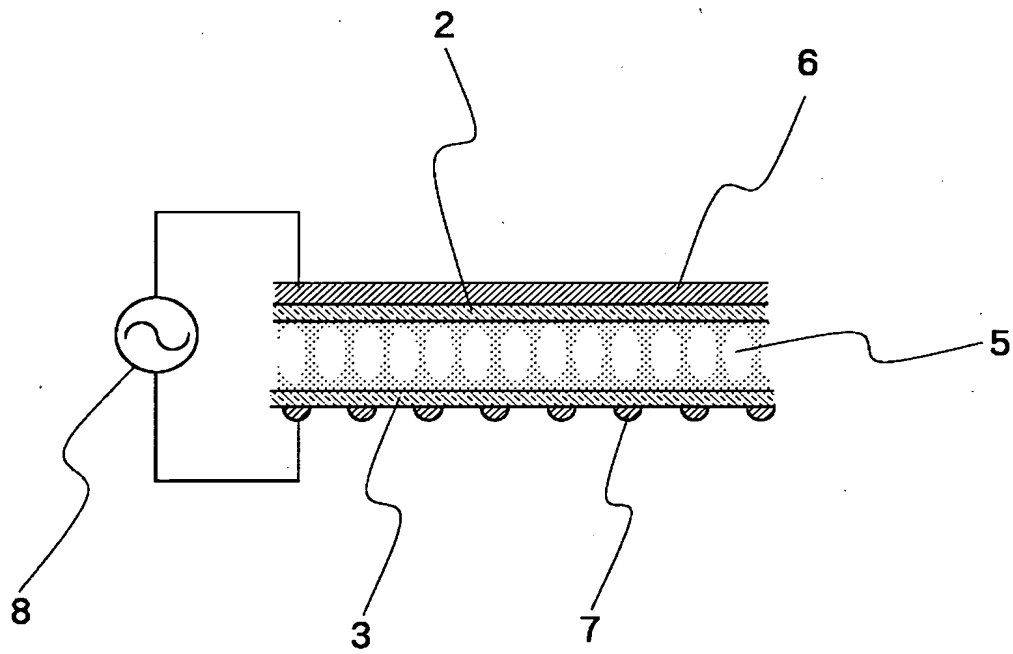
【書類名】

図面

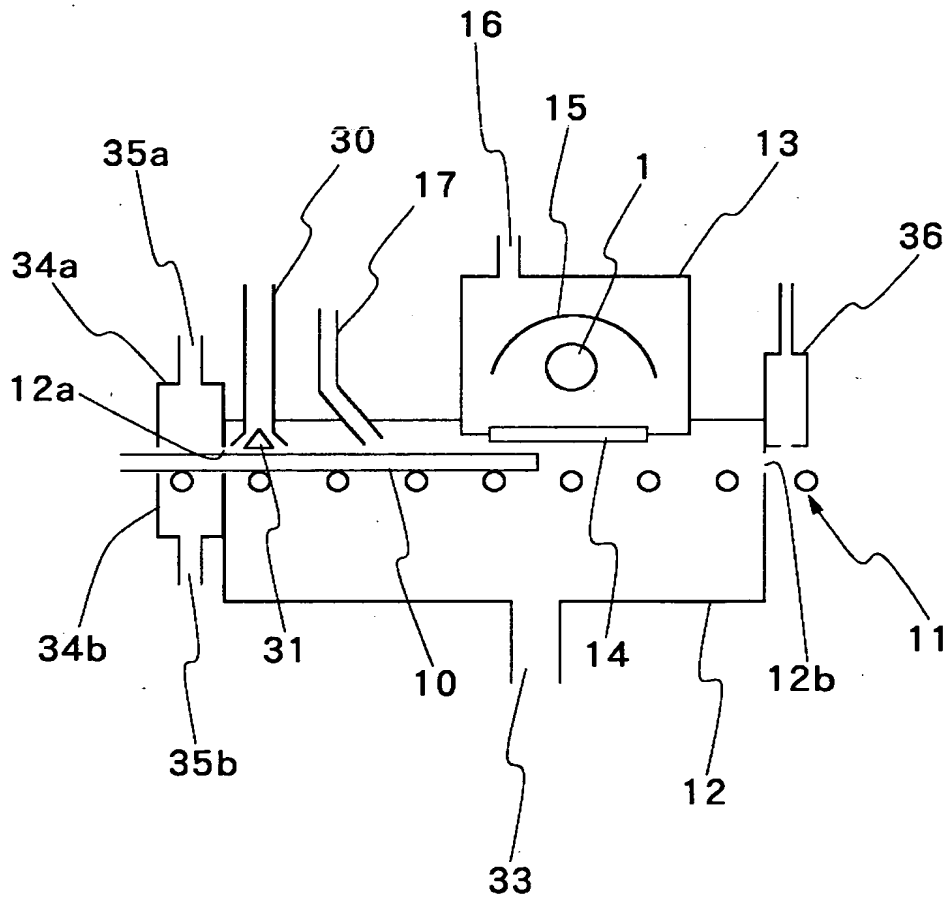
【図 1】



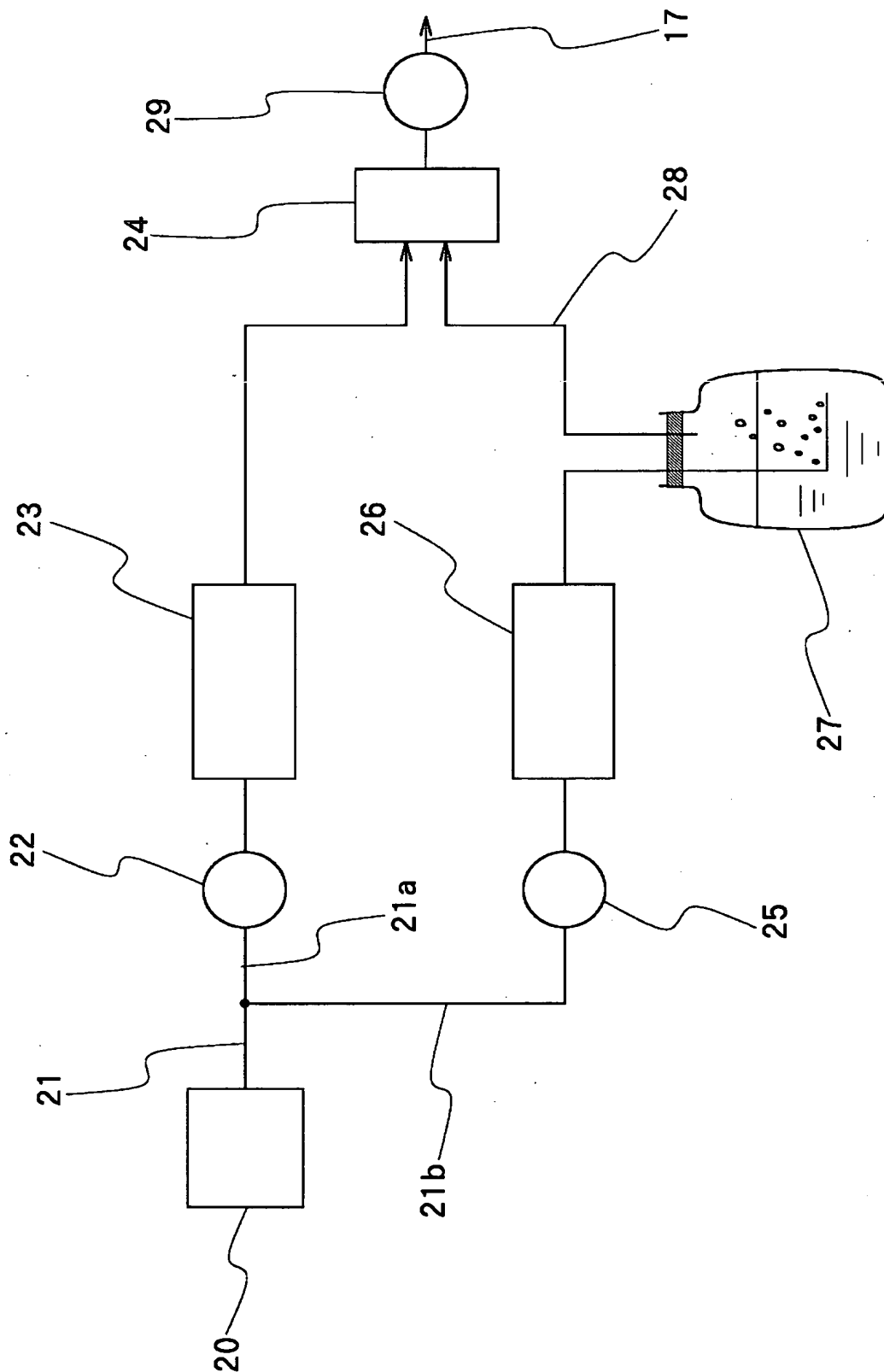
【図 2】



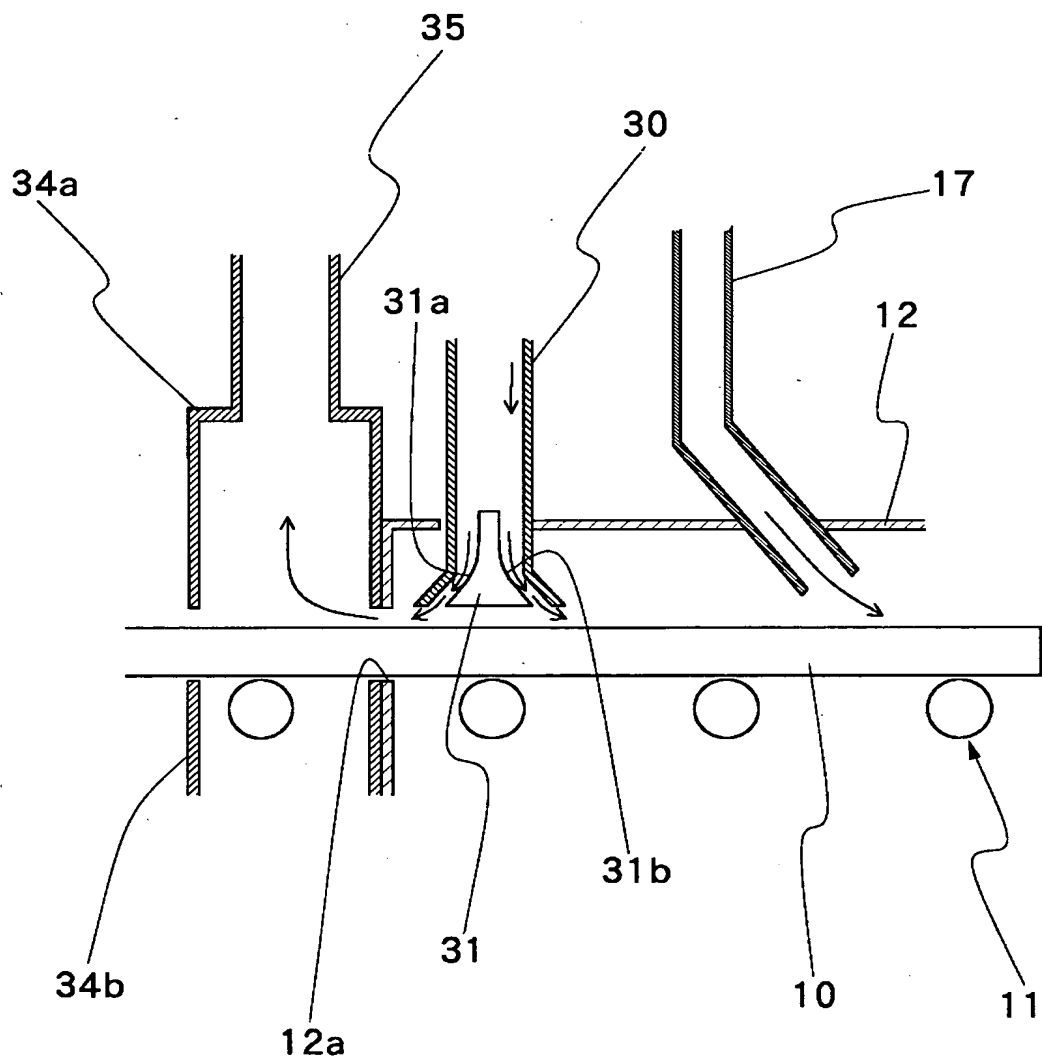
【図 3】



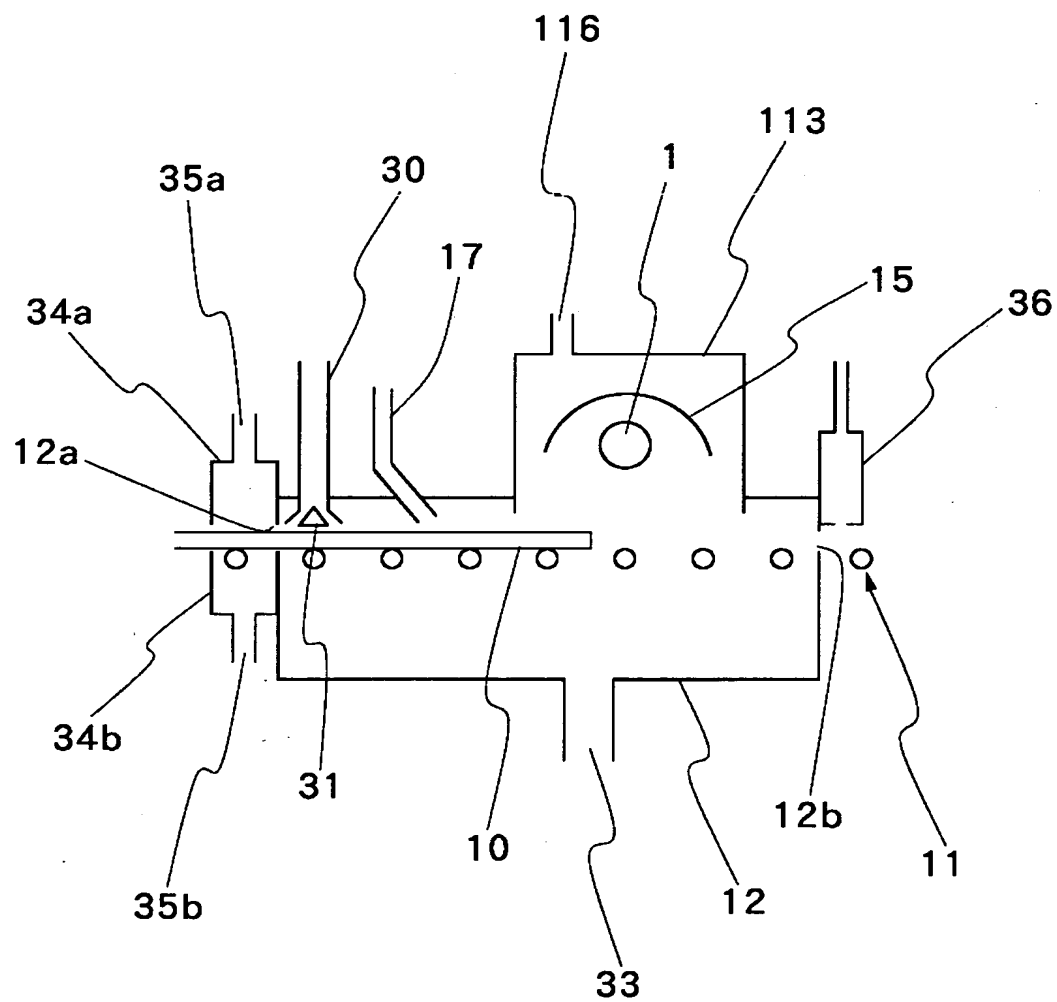
【図 4】



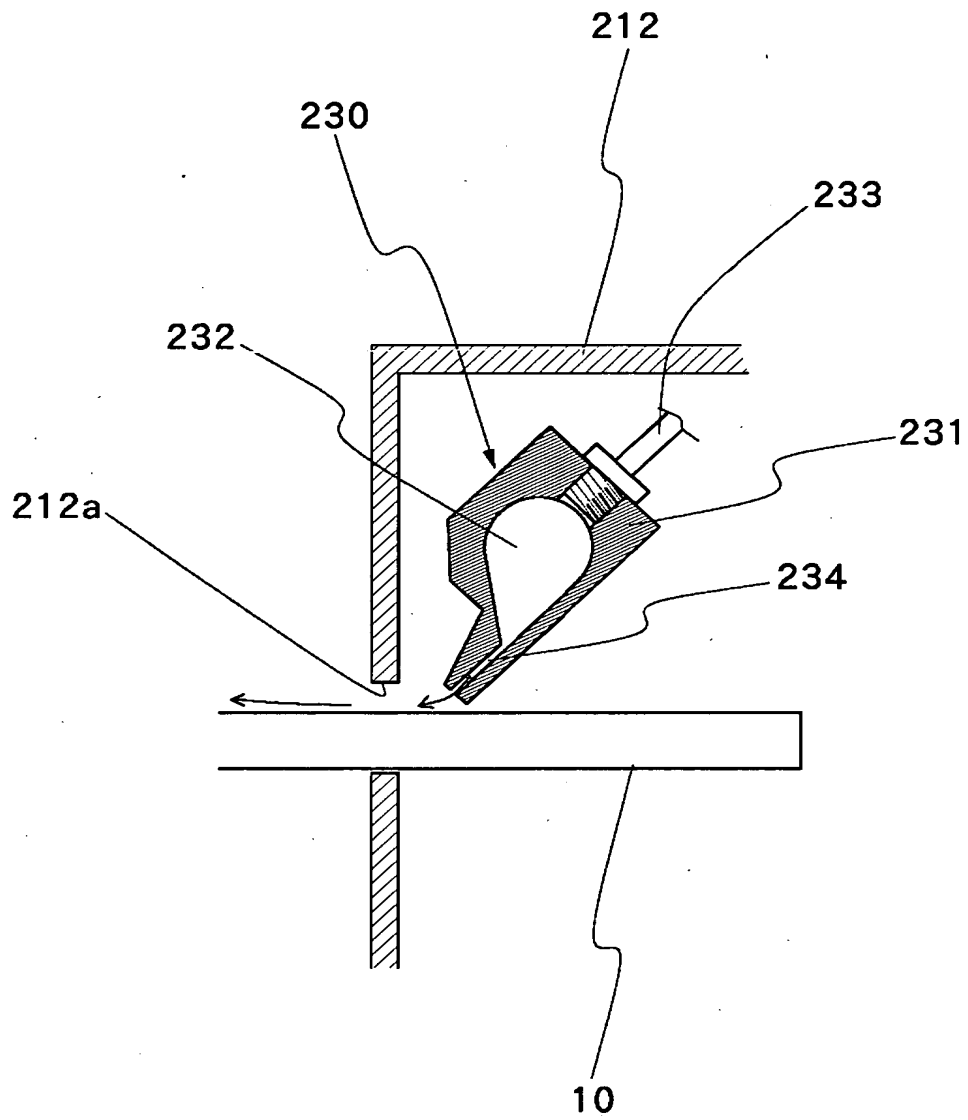
【図 5】



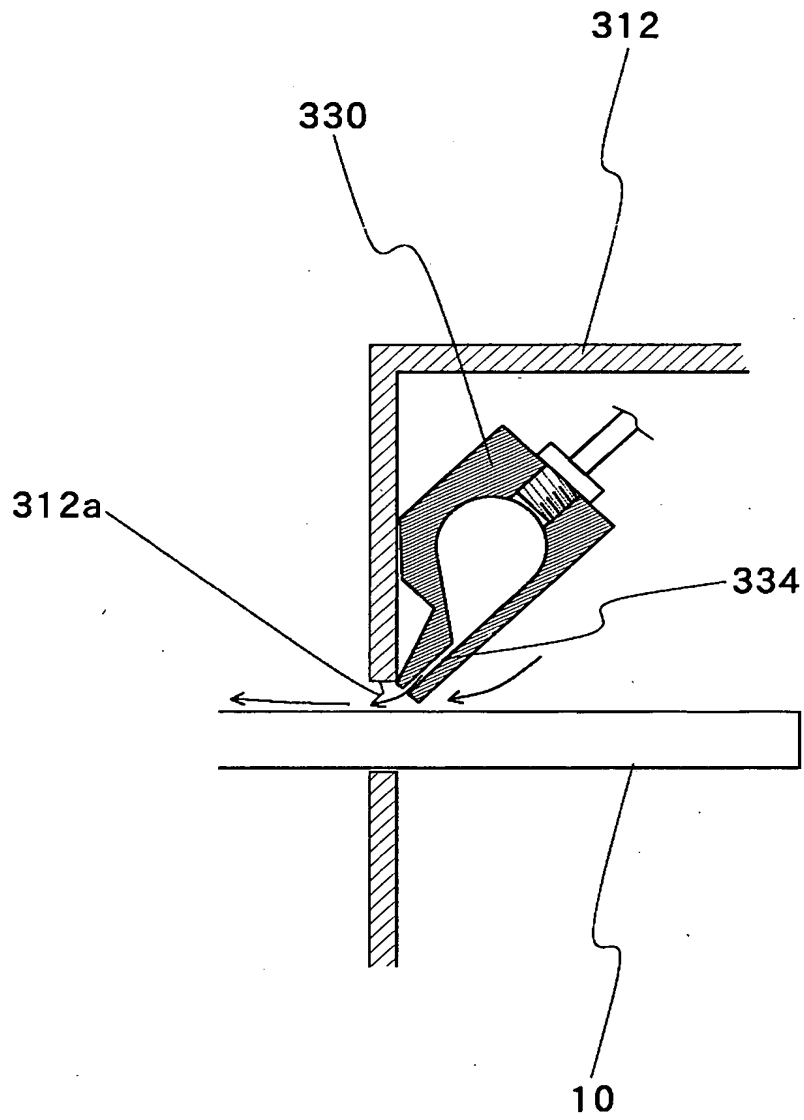
【図 6】



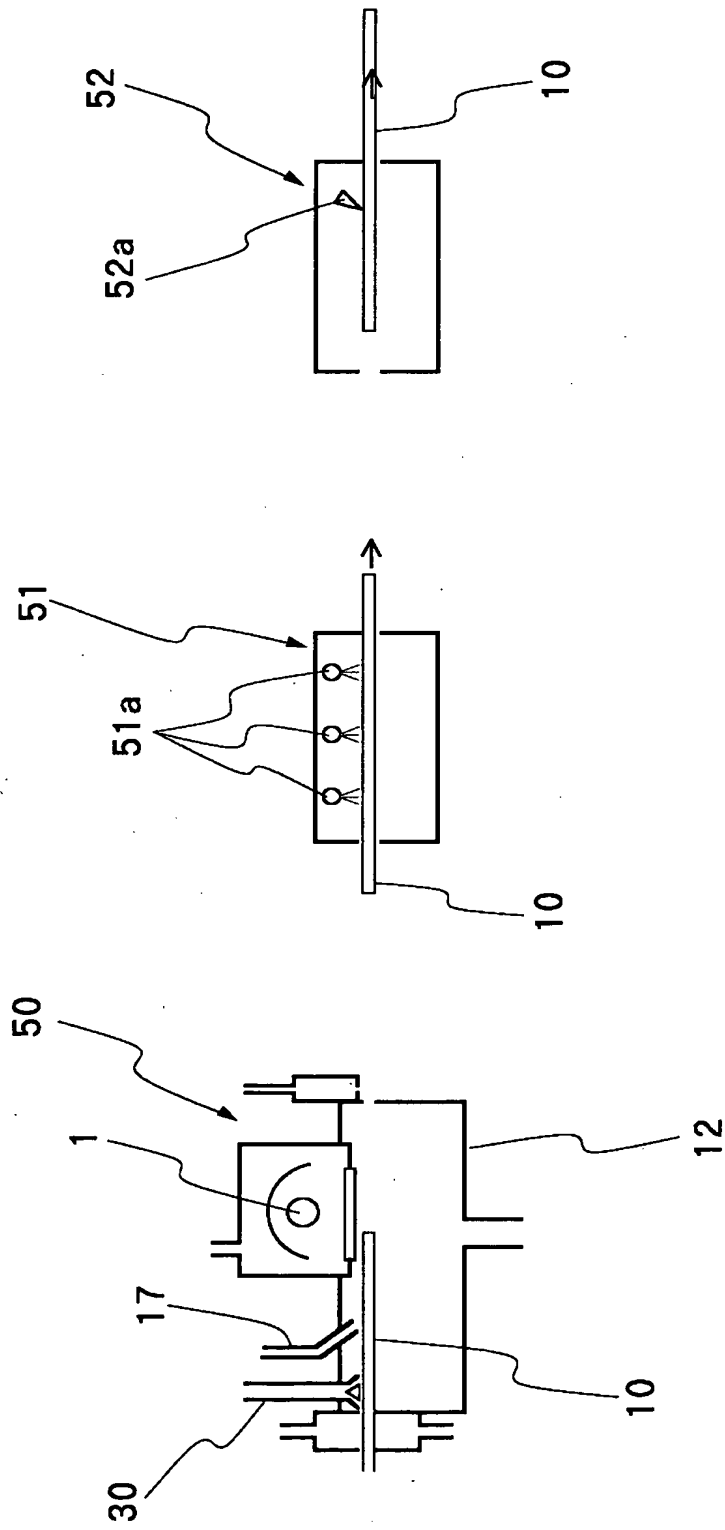
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 誘電体バリア放電ランプからの紫外光が照射される領域を酸素の存在しない雰囲気として、基板に照射される紫外光の作用による洗浄等の処理精度及び処理効率を向上させる。

【解決手段】 処理チャンバ 1 2 内に設けた誘電体バリア放電ランプ 1 からの紫外光により還元性の活性種 $[H \cdot]$ と酸化性の活性種 $[\cdot OH]$ とを生成し、かつ短波長の紫外光の照射エネルギーにより基板 1 0 の表面に付着する有機物質からなる汚染物を分解して、分解されて低分子化した汚染物を水の分解生成物との間で還元反応と酸化反応とが生じさせるために、窒素ガス噴射ノズル 3 0 により基板 1 0 の表面に沿って、その搬送方向と反対方向に向けて窒素ガスを流すことにより、まず基板 1 0 の被処理面及びその近傍から空気を除去して、窒素ガスにより置換させ、次いでウェット窒素ガス供給ノズル 1 7 から供給される水蒸気と窒素ガスとを混合させたウェット窒素ガスにより基板 1 0 の表面及びその近傍を加湿する。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-182679
受付番号	50100870794
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成13年 6月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 6月18日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000233480]

1. 変更年月日	1994年 9月20日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都渋谷区東3丁目16番3号
氏 名	日立電子エンジニアリング株式会社